

**Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского**  
**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки**  
**Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского**  
**Российской академии наук**  
при поддержке  
Российского фонда фундаментальных исследований



**МЕТАН В МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ**  
тезисы и программа  
Всероссийской научно-практической конференции,  
посвящённой 25-летию обнаружения струйных метановых  
газовыделений в Чёрном море

**13–15 октября 2014 г.**  
**Севастополь, Россия**

# ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГАЗОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТОКОВ ПУЗЫРЕЙ МЕТАНА, ГАЗОГИДРА- ТОВ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ В ОХОТСКОМ И ЯПОНСКОМ МОРЯХ

**Обжиров А.И.**

Тихоокеанский океанологический институт им.В.И.Ильичева ДВО РАН,  
Владивосток, [obzhirov@poi.dvo.ru](mailto:obzhirov@poi.dvo.ru)

## **Взаимосвязь геологических условий и газогеохимических полей [1, 2, 3]**

Лаборатория Газогеохимии ТОИ ДВО РАН начала изучение природных газов на суше и море с 1984 г. Интерес к газогеохимическим исследованиям в морях и океанах связан с тем, что в придонных слоях воды формируются аномальные поля газов, отражающие геологические условия недр. То есть, если в недрах (в осадочном чехле или породах фундамента) присутствуют залежи углеводородов или другие скопления природных газов, то они создают в придонной воде аномальные поля. Изучение этих полей на геотраверсах в Охотском и Японском морях показало следующее:

- над месторождениями нефти и газа в придонной воде формируются аномальные концентрации метана, превышающие фон в 10-100 раз. Иногда вместе с метаном присутствуют тяжелые углеводороды – этан, пропан и бутан с гомологами.

- над полями газогидратов в зонах разломов в придонной воде формируются сверх высокие концентрации метана, достигающие 0.2 мл/л, что превышает фон в 100000 раз. Причем, в этом случае метан из донных отложений поступает в виде пузырей, которые фиксируются на гидроакустических эхограммах в виде звукорассеивающих вертикальных тел.

- над глубинными зонами разломов в придонной воде формируются аномальные поля углекислого газа, если они сейсмо-тектонически пассивны и в газе появляются водород, метан, гелий – если они сейсмически активны. Эти критерии могут служить прогнозными оценками землетрясений и цунами.

- изучение распределения природных газов в воде также служит оценке экологической обстановке. Во-первых, газы, чаще всего метан, поступают в воду и из воды в атмосферу. В воде нарушается баланс жизнедеятельности биоты, а в атмосфере накапливаются «парниковые» газы,

способствующие глобальному процессу потепления климата.

В донных осадках также изменяются содержания углеводородных и других газов в зависимости от геологических условий. Особенно высокие концентрации метана (200-300 мл/л) обнаруживаются на полях газогидратов в верхних слоях донных осадков. Источником метана в основном являются нефте-газ-содержащие отложения, из которых по зонам разломов мигрируют к поверхности углеводородные газы.

Таким образом, газогеохимические исследования воды и донных осадков в морях и океанах являются важным критерием прогноза залежей углеводородов, газогидратов, предсказания землетрясений и цунами, оценки глобальных и региональных экологических условий и изменений.

### **Природные газы как критерии сейсмо-тектонической активизации**

За период исследований распределения метана и других природных газов в Охотском море с 1984 по 2012 гг. было обнаружена очень важная закономерность. До 1988 года в придонной воде на восточном шельфе и склоне Охотского моря обычно фоновые концентрации метана не превышали 20-30 нл/л. Над залежами нефти и газа концентрации метана в придонной воде возрастали в 10 и более раз. В зонах разломов они увеличивались еще в 10-100 и более раз.

В экспедиции 1988 года на Сахалинском северо-восточном склоне на глубине 700 м был обнаружен первый поток пузырей метана из донных осадков в воду. Этот поток хорошо фиксировался в виде почти вертикального столба на эхোগрамме эхолота (рис. 1и рис.2). В районе этого выхода метана в донных осадках были обнаружены слои газогидратов. С каждым годом количество потоков пузырей метана увеличивалось и возрастала концентрация метана в водных колонках Охотского моря. Первый максимум количества потоков пузырей метана и его концентраций достиг к 1995 году. В мае этого года случилось катастрофическое Нефтегорское землетрясение на северо-востоке Сахалина.

Далее с некоторыми колебаниями с каждым годом продолжалось увеличение концентраций и количества потоков пузырей метана. К 2012 году потоков пузырей метана на Сахалинском северо-восточном шельфе и склоне обнаружено более 500, а концентрация метана в придонной воде увеличилась в 100 раз, до 10000-20000 нл/л. В этот же период увеличивалось количество землетрясений как на Сахалине, так и на всем западном побережье Тихого океана. Отметим некоторые землетрясения с магнитудой более 6 баллов: Углегорское (Сахалин, 2001), Хоккайдское (Япония,

2003), Курильское (2004), Суматра с разрушительным цунами (2004), Невельское (Сахалин, 2007), Фукусима (Япония, 2011) с катастрофическим цунами и частичным разрушением АЭС и другие на западном побережье Тихого океана. Та же закономерность обнаружена в Татарском проливе Японского моря, в котором обнаружено более 100 сипов.

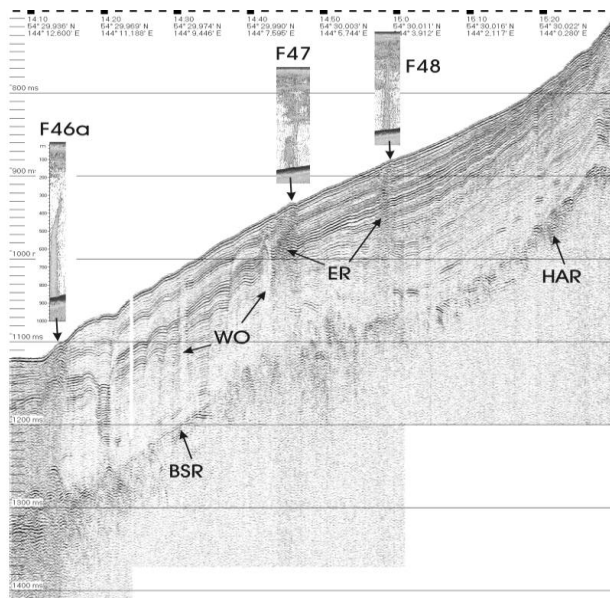


Рис. 1 Сейсмический разрез на Сахалинском северо-восточном склоне впадины Дерюгина Охотского моря. BSR – подошва газогидрат-содержащих пород, WO, ER, HAR – отсутствие сейсмических отражений в связи с потоком газа. F46a, F47, F48 – гидроакустическая запись выходов пузырей метана из донных отложений в воду (сипов метана)

### **Взаимосвязь потоков пузырей метана и землетрясений**

Наши исследования распределения природных газов в Охотском море и информация о прошедших землетрясениях в западной части Тихого океана в период наших измерений потоков пузырей метана возможно объяснить следующим:

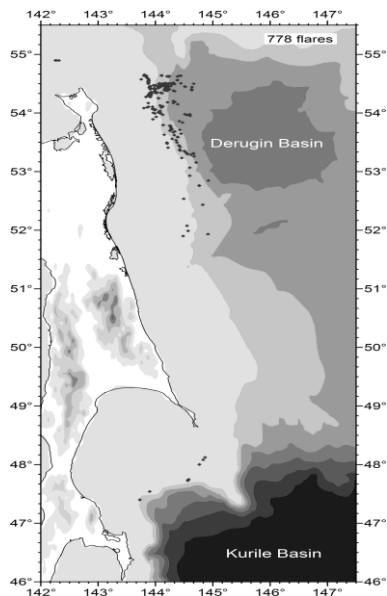


Рис. 2 Схема распределения пузырей метана на восточном Сахалинском шельфе и склоне Охотского моря

- Выходы пузырей метана из донных отложений в воду обнаружены в зонах разломов. В период сейсмо-тектонической активизации происходит открытие древних разломов и появление новых. По разломам метан и другие газы мигрируют из недр к поверхности и пузыри метана проникают в воду, создавая гидроакустические аномалии в виде вертикальных тел, эхограммы которых хорошо фиксируются в результате рассеивания пузырями газа звуковых волн.

- Сейсмо-тектоническая активизация приводит к эпизодам землетрясений и волн цунами. Важно отметить, что, природные газы являются не только индикатором сейсмо-тектонической активизации, но и участвуют в переходе сейсмической энергии в эпизоды землетрясений и волн цунами. Сейсмо-тектоническая активность связана со многими причинами – движением тектонических плит, подвижками блоков земной коры под влиянием положения и движения планет в космосе, гравитационными и температурными аномалиями, которые влияют на перемещения масс внутри ядра Земли и другими явлениями. Но важным является тот факт, что при этом открываются разломы и по ним начинают подниматься из недр газы. Продвигаясь к поверхности, газ расширяется в связи с уменьшением давления и увеличивает трещины в зонах разломов. Кроме того, газ становится смазкой, воздушной подушкой и способствует резкому перемещению блоков относительно друг друга по разлому. Это и приводит к землетрясению. Если разлом относительно пологий, то происходит сдвиг в большей степени в горизонтальном направлении. Если разлом вертикальный, то происходит вертикальное смещение блоков и перемещенный вверх блок толкает вверх водную массу, что формирует волны цунами.

## Заключение

Таким образом, газогеохимические характеристики в Охотском и Японском морях показали, что в комплексе с другими геолого-геофизическими исследованиями они способствуют открытию нефтегазовых залежей, полей газогидратов, картирования зон разломов и прогноза их сейсмо-тектонической активизации, поиску выходов потоков пузырей газа (сипов метана) из донных отложений в воду, оценки количества поступления парниковых газов в атмосферу и их возможное влияние на глобальный процесс изменения (потепления) климата. Важным выводом геолого-геофизико-газогеохимических исследований является факт их тесной взаимосвязи и этот комплекс позволяет понять как геологические особенности (стратиграфия структуры, разломы), их формирование, развитие, сейсмо-тектонические активизации взаимосвязаны с газовыми полями и как водно-газовые флюиды влияют на формирование геологических структур и отражение их в геофизических полях, то есть, корректной интерпретации геофизических характеристик.

1. *Обжиров А.И.* Газогеохимические поля придонного слоя морей и океанов. М.: Наука, 1993. 139 с.
2. *Обжиров А.И.* История открытия газогидратов в Охотском море // Подводные исследования и робототехника. 2006. №2. С. 72-82.
3. *Obzhirov A., Shakirov R., Salyuk A. et al.* Relations between methane venting, geological structure and seismo-tectonics in the Okhotsk Sea // *Geo-Marine Letters*. 2004. Vol. 24. P. 135–139.